

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-124512

(43)Date of publication of application : 26.04.2002

(51)Int.Cl.

H01L 21/31  
F17D 1/02

(21)Application number : 2000-313306

(71)Applicant : STEC INC

(22)Date of filing : 13.10.2000

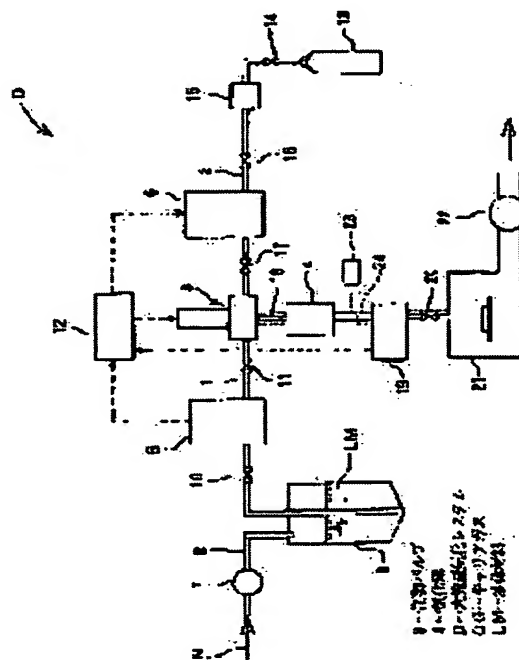
(72)Inventor : EHATA YOSHIHIRO

## (54) HIGH FLOW RATE VAPORIZING SYSTEM

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high flow rate vaporizing system capable of stably gasifying a liquid material even in a low pressure environment and remarkably raising the gasifying power.

**SOLUTION:** A liquid material LM and a carrier gas CG are mixed to prepare a gas-liquid mixture M, with controlling their flow rates. A nozzle 35 discharges the gas-liquid mixture M, and a control valve 3 gasifies the mixture at a reduced pressure. The valve 3 is followed by a gasifier 5 having a piping 51 for flowing a material to be gasified and a heat source 52 for transferring heat to/from the piping 51.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-124512

(P2002-124512A)

(43) 公開日 平成14年4月26日 (2002. 4. 26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード\* (参考)

H 0 1 L 21/31

H 0 1 L 21/31

B 3 J 0 7 1

F 1 7 D 1/02

F 1 7 D 1/02

5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-313306(P2000-313306)

(22) 出願日 平成12年10月13日 (2000. 10. 13)

(71) 出願人 000127961

株式会社エステック

京都府京都市南区吉祥院宮の東町 2 番地

(72) 発明者 江畑 嘉浩

京都府京都市南区上鳥羽鉾立町11番 5 株  
式会社エステック内

(74) 代理人 100074273

弁理士 藤本 英夫

Fターム(参考) 3J071 AA01 BB14 BB16 CC11 DD36

EE25 FF11

5F045 AA04 AA06 AB32 AC08 AC09

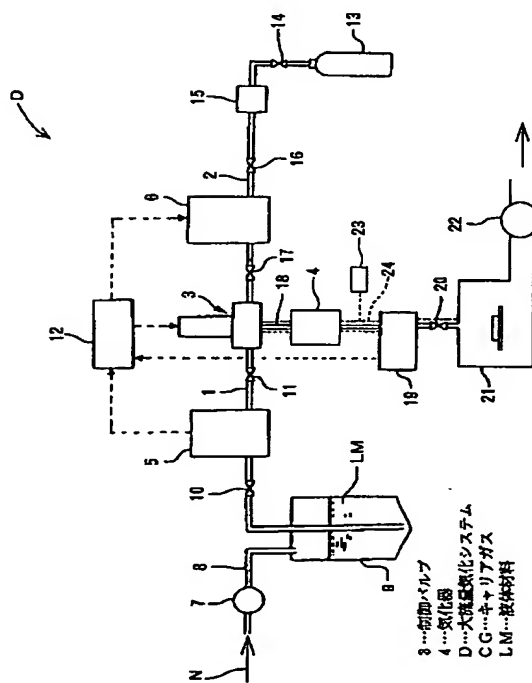
BB09 DP03 DQ10 EE02

(54) 【発明の名称】 大流量気化システム

(57) 【要約】

【課題】 減圧環境であっても安定して液体材料を気化することができ、また、その気化能力の飛躍的な上昇を図ることができる大流量気化システムを提供する。

【解決手段】 液体材料LMとキャリアガスCGとを流量制御しながら混合して気液混合体Mを形成し、この気液混合体Mをノズル部35から放出して減圧気化する制御バルブ3の後段に、気化対象を流す配管51と、この配管51に対して熱の授受を行う熱源52とを備えた気化器4を配置した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 液体材料とキャリアガスを流量制御しながら混合して気液混合体を形成し、この気液混合体をノズル部から放出して減圧気化する制御バルブの後段に、気化対象を流す配管と、この配管に対して熱の授受を行う熱源とを備えた気化器を配置したことを特徴とする大流量気化システム。

【請求項 2】 前記制御バルブへと導入される液体材料の流量を計測するための液体用流量計を有する液体材料供給ラインと、前記制御バルブへと導入されるキャリアガスを所定流量とするための気体用流量制御装置を有するキャリアガス供給ラインとが、互いに独立して前記制御バルブに接続されている請求項 1 に記載の大流量気化システム。

【請求項 3】 前記気化器が、前記配管と前記熱源とをアルミニウムにて鑄込んでなる請求項 1 または 2 に記載の大流量気化システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体製造において用いるテトラエトキシシランなどの液体材料を気化する大流量気化システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来の気化システムとして、例えば、図 11 (A) に示すように、気化対象を流す配管（図示せず）およびこの配管に対して熱の授受を行う熱源（図示せず）を備えた気化器 64 と、この気化器 64 に導入する液体材料の流量を制御する液体用流量制御装置 65 と、前記気化器 64 に導入するキャリアガスの流量を制御する気体用流量制御装置 66 と、前記気化器 64 の下流に設けられる反応炉 67 と、前記気化器の下流側を減圧環境とするための吸引ポンプ 68 とを備えたものがある。

【0003】しかし、上記のような構成からなる従来の気化システムでは、前記吸引ポンプ 68 によって、前記気化器 64 の下流側だけでなく、気化器 64 に液体材料を導入するための導入管 69 内も減圧環境となっていたことから、導入管 69 内を流れる液体材料に減圧沸騰現象が起きて、液体材料が気泡とともに気化器 64 に導入されることとなり、気化器 64 の気化量が脈動してしまうという問題があった。

【0004】また、他の従来の気化システムとして、例えば、図 11 (B) に示すように、液体材料とキャリアガスを流量制御しながら混合して気液混合体を形成し、この気液混合体をノズル部（図示せず）から放出して減圧気化する制御バルブ 70 と、この制御バルブ 70 に導入する液体材料の流量を制御する液体用流量制御装置 65 と、前記制御バルブ 70 に導入するキャリアガスの流量を制御する気体用流量制御装置 66 と、前記制御バルブ 70 の下流に設けられる反応炉 67 と、前記制御

バルブ 70 の下流側を減圧環境とするための吸引ポンプ 68 とを備えたものがある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記のような構成からなる従来の気化システムでは、吸引ポンプ 68 によって減圧環境となるのは前記制御バルブ 70 の下流側のみとなり、前記液体用流量制御装置 65 と前記制御バルブ 70 とをつなぐ導入管 69 内の液体材料に減圧沸騰現象が起こることはなかったが、前記制御バルブ 70 の最大気化量が小さい（例えば水 3 g/min）という問題があった。

【0006】この発明は上述の事柄に留意してなされたもので、その目的は、減圧環境であっても安定して液体材料を気化することができ、また、その気化能力の飛躍的な上昇を図ることができる大流量気化システムを提供することである。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の大流量気化システムは、液体材料とキャリアガスを流量制御しながら混合して気液混合体を形成し、この気液混合体をノズル部から放出して減圧気化する制御バルブの後段に、気化対象を流す配管と、この配管に対して熱の授受を行う熱源とを備えた気化器を配置した（請求項 1）。

【0008】また、前記制御バルブへと導入される液体材料の流量を計測するための液体用流量計を有する液体材料供給ラインと、前記制御バルブへと導入されるキャリアガスを所定流量とするための気体用流量制御装置を有するキャリアガス供給ラインとが、互いに独立して前記制御バルブに接続されているとしてもよい（請求項 2）。

【0009】上記の構成により、減圧環境であっても安定して液体材料を気化することができ、また、その気化能力の飛躍的な上昇を図ることができる大流量気化システムを提供することが可能となる。

【0010】さらに、前記気化器が、前記配管と前記熱源とをアルミニウムにて鑄込んでなるとした場合には（請求項 3）、鑄込みによって配管とヒータとの間に熱伝導の妨げとなる空間を極めて容易になくすことができ、また、液体の気化によって気化熱が吸収されて配管の温度が低下しても、配管とヒータとの間の熱伝導が極めて良く、配管をヒータによって十分に加熱でき、確実な気化を行うことができる。さらに、鑄込みによって連結される配管とヒータの接続は相互の位置関係に全く関係なく行えるので、各部材はどのようにでも配置でき、極めて簡単にその熱伝導を最大限に改善することができる。

## 【0011】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施例を、図を参照しながら説明する。図 1 は、本発明の第一実施例に

係る大流量気化システムDの構成を概略的に示す説明図である。本発明の大流量気化システムDは、液体材料供給ライン1およびキャリアガス供給ライン2が互いに独立して接続される制御バルブ3と、この制御バルブ3の後段に配置される気化器4とを備えており、前記液体材料供給ライン1は、前記制御バルブ3へと導入される液体材料LMの流量を計測するための液体用流量計5を有し、前記キャリアガス供給ライン2は、前記制御バルブ3へと導入されるキャリアガスCGを所定流量とするための気体用流量制御装置6を有している。

【0012】前記液体材料LMは、例えば、テトラエトキシシラン(TEOS)、エタノール、ペンタエトキシタンタル(PETa)やトリメチルホスフェイト(TMPO)、水などである。なお、液体材料LMは、常温常圧で液体状態であるものに限られるものではなく、常温常圧で気体であっても適宜加圧することにより常温で液体となるようなものであってもよい。

【0013】前記液体材料供給ライン1は、上流側から順に、レギュレータ7を有する圧送ガス供給管8と、原料タンク9と、開閉弁10と、前記液体用流量計5と、開閉弁11とを有している。

【0014】前記圧送ガス供給管8は、前記原料タンク9の上部空間に接続されており、図中のINより供給されるN<sub>2</sub>、He、Arなどの圧送ガスが圧送ガス供給管8を経て前記原料タンク9内へ導入されると、液体材料LMが原料タンク9内から下流側へ押し出されるように構成されている。

【0015】前記液体用流量計5は、前記原料タンク9内から押し出されて流れてくる液体材料LMの流量を計測するものであり、この液体用流量計5としては、例えば公知の液体マスフローメータを用いることができる。そして、この液体用流量計5の検出結果は、システム全体を制御したり、検出信号などに基づいて演算を行う装置制御部12に送出される。

【0016】前記キャリアガス供給ライン2は、上流側から順に、キャリアガス供給源13と、開閉弁14と、レギュレータ15と、開閉弁16と、前記気体用流量制御装置6と、開閉弁17とを有している。

【0017】前記キャリアガス供給源13は、N<sub>2</sub>、He、ArなどのガスのいずれかをキャリアガスCGとして供給するものである。

【0018】前記気体用流量制御装置6は、制御バルブ3に対して供給されるキャリアガスCGが一定量になるように制御するもので、前記装置制御部12からの制御信号に基づいて開度が調節される。この気体用流量制御装置6としては、例えば公知の気体マスフローコントローラを用いることができる。

【0019】前記制御バルブ3(詳細は後述)は、例えば、その左側面部に前記液体材料供給ライン1が接続され、その右側面部に前記キャリアガス供給ライン2が接

続されており、また、その下側面部に、導出ライン18が接続されている。

【0020】前記導出ライン18は、上流側から順に、前記気化器4(詳細は後述)と、気体用流量計19と、開閉弁20と、ユースポイントとしての反応炉21と、吸引ポンプ22とを有している。

【0021】前記気体用流量計19は、気化器4からのガスの流量を計測するもので、その計測結果は前記装置制御部12に送られる。この気体用流量計19としては、例えば公知のガスマスフローメータを用いることができる。

【0022】前記反応炉21は、例えばCVD装置などの反応炉を意味する。

【0023】なお、前記制御バルブ3から反応炉21までの流路には、温度調節手段23により制御されるヒータ24によって、適宜の温度に維持・保温(例えば120℃)されており、これによって、制御バルブ3および気化器4において一度気化した液体材料LMが温度の低下によって再び液化しないように構成されている。

【0024】図2は、前記制御バルブ3の構成を概略的に示す縦断面図、図3は、前記制御バルブ3の要部の構成を概略的に示す斜視図、図4(A)および(B)は、制御バルブ3の開状態および閉状態の構成を概略的に示す縦断面図、図5は、前記制御バルブ3の気液混合部34の動作を概略的に示す説明図である。前記制御バルブ3は、液体材料LMとキャリアガスCGとを流量制御しながら混合して気液混合体Mを形成し、この気液混合体Mをノズル部35から放出して減圧気化するものである。

【0025】すなわち、前記制御バルブ3は、本体ブロック25と、この本体ブロック25に着脱自在な接続ブロック26、27と、前記本体ブロック25の上面に固定される弁ブロック28と、この弁ブロック28内のダイヤフラム29を操作するアクチュエータ30とを備えている。

【0026】前記本体ブロック25は、例えば、直方体形状をしており、ステンレス鋼などのように耐熱性および耐腐食性に富む素材よりなる。そして、前記本体ブロック25の内部には、液体材料導入路31、キャリアガス導入路32、導出路33が形成されている。

【0027】前記液体材料導入路31は、液体材料LMを後述する気液混合部34に導入するもので、その一端が本体ブロック25の左側面に開口し、他端が本体ブロック25の上面に開口するよう、逆L字形状を呈している。

【0028】前記キャリアガス導入路32は、キャリアガスCGを気液混合部34に導入するもので、その一端が本体ブロック25の右側面に開口し、他端が本体ブロック25の上面に開口するよう、L字形状を呈している。

【0029】前記導出路33は、気液混合部34において形成された気液混合体Mを外へ導出するためのもので、その一端が本体ブロック25の下面に開口し、他端が本体ブロック25の上部の適宜位置に設けられたノズル部35を介して気液混合部34に連なっており、全体としてほぼ鉛直方向にのびる直線形状を呈している。また、導出路33は、適宜の接続部材などを介して外部の導出ライン18に接続されている。

【0030】また、本体ブロック25は、本体ブロック25全体を加熱するヒータ（例えばカートリッジヒータ）36を、前記導出路33の近傍に着脱自在に内蔵しているとともに、本体ブロック25の温度を検出する温度センサとしての熱電対37を適宜の位置（例えばノズル部35付近）に内蔵している。なお、前記ヒータ36は、プレートヒータなどでもよく、ヒータ36による加熱温度は、液体材料LMの種類などに応じて適宜設定できる。また、このヒータ36は、本体ブロック25の気液混合部34や導出路33の近傍を加熱できるようにしてあればよく、特に、ノズル部35から液体材料LMを放出することにより減圧させガスを好適に生成できる程度にしてあればよい。

【0031】前記接続ブロック26は、本体ブロック25の左側面にシール部材38を介して着脱自在に設けられている。また、接続ブロック26は、前記液体材料導入路31に連通する流路26aを有しており、前記液体材料導入路31が、接続ブロック26を介して外部の液体材料供給ライン1に接続されるように構成されている。

【0032】前記接続ブロック27は、本体ブロック25の右側面にシール部材37を介して着脱自在に設けられている。また、接続ブロック27は、前記キャリアガス導入路32に連通する流路27aを有しており、前記キャリアガス導入路32が、接続ブロック27を介して外部のキャリアガス供給ライン2に接続されるように構成されている。

【0033】前記弁ブロック28は、前記本体ブロック25の上面25aにリング39を介して載置され、例えばステンレス鋼などのように熱伝導性および耐腐食性の良好な素材からなる。また、この弁ブロック28と前記上円25aとの間に、液体流量制御機能を有するバルブ本体40が形成される。すなわち、弁ブロック28の内部空間41に、ダイヤフラム29がばね42によって常時上方に付勢されるようにして設けられている。

【0034】前記本体ブロック25の上面25aには、環状の隔壁として形成された内側のバルブシート43aおよび外側のバルブシート43bからなるバルブシート43と、前記二つのバルブシート43a、43bによって囲まれ、かつ液体材料導入路31の下流側の開口31aを含むように形成されて液流路として機能する平面視環状の凹部44と、前記内側のバルブシート43aによ

って囲まれた平面視円形状の気液混合部34と、前記外側のバルブシート43bの外側に形成され、前記リング39が装填されるリング溝45とが設けられている。

【0035】前記バルブシート43は、前記ダイヤフラム29とともにバルブ本体40を形成している。

【0036】前記気液混合部34には、その直径上にキャリアガス導入路32の下流側の開口32aと、導出路33への孔46とが開設されているとともに、これらの開口32aおよび孔46を含む浅く細長い溝47が形成されており、開口32aから流入するキャリアガスCGと、内側のバルブシート43aとダイヤフラム29との間の隙間から流入する液体材料LMとが混合されるように構成されている。

【0037】前記孔46と前記導出路33との間にノズル部35が形成されており、このノズル部35は、その直径および長さがかかなり小さく、例えば直径は1.0mm以下、長さは1.0mm以下である。また、前記ノズル部35は、前記気液混合部34とできるだけ近接して設けられる。そして、前記気液混合部34において液体材料LMとキャリアガスCGとが混合することで形成された気液混合体Mが前記孔46からこのノズル部35を経て導出路33に放出されるのであり、これにより、気液混合体Mに含まれる液体材料LMが減圧されることによりいくらかガス化される。

【0038】前記ダイヤフラム29は、耐熱性および耐腐食性が良好で、かつ適当な弾性を有する素材よりなり、軸部29aと、この軸部29aの下方に形成され、前記内側のバルブシート43aの上面と当接または離間する弁部29bと、この弁部29bの周囲に設けられた薄肉部29cと、この薄肉部29cの周囲に設けられた厚肉部29dとを備えている。

【0039】前記ダイヤフラム29は、常時はばね42によって上方に付勢されることにより、弁部29bが内側のバルブシート43aからは離間しているが、軸部29aに下方向への押圧力が作用すると、弁部29aがバルブシート43aと当接する方向に変移するように構成されている。

【0040】前記アクチュエータ30は、ダイヤフラム29を下方へ押圧してこれを歪ませるためのもので、この実施例においては、弁ブロック28の上部に立設されたハウジング48内に複数の圧電素子を積層してなるピエゾスタック49を設け、このピエゾスタック49の下方の押圧部50をダイヤフラム29の軸部29aに当接させたピエゾアクチュエータに構成されている。なお、前記アクチュエータ30を、電磁式のものやサーマル式のものとしてもよい。

【0041】上記の構成からなる制御バルブ3では、気液混合部34において、液体材料LMを流量制御しながらキャリアガスCGと混合し、このときの気液混合体M

を、気液混合部34に近接するノズル部35から放出して液体材料LMを減圧し気化するようにしているので、良好に混合された状態の気液混合体Mをノズル部35から放出することができ、気液混合体M中の液体材料LMを効率よくしかも安定した状態で気化し、一定濃度の気体を含むガスを安定して供給できる。

【0042】図6および図7は、前記気化器4の構成を概略的に示す斜視図および側面図である。前記気化器4は、前記制御バルブ3から送られてきた気化対象となる気液混合体Mを流す耐腐食性（例えばステンレス製）の配管51と、この配管51に対して熱の授受を行う熱源52と、前記配管51の温度を測定する温度センサ53とをアルミニウムで鋳込んで形成され、前記アルミニウムは、例えば外形が直方体形状を呈するアルミブロック54となる。

【0043】前記配管51は、直径1/4インチのステンレス製であり、本実施例ではその全長が3100mmであり、中心径70mmのスパイラルを描くように、13周半巻いて形成されている。また、本実施例では、気化対象とする気液混合体Mが、配管51の一端51aから流入し、気化された混合気体KGが他端51bから流出するように構成されている。

【0044】前記熱源52は、例えば1kWの容量をもつ1本のヒータを前記アルミブロック54内で2往復するように折り畳んでなり、前記配管51のスパイラルの中に位置させている。言い換えれば、前記配管51が、熱源52を取り囲むように配置されている。

【0045】前記温度センサ53は、前記配管51の近傍または配管51に接触するように配置されており、特に例えば配管51の下流側における配管51の温度を測定する。そして、図外の制御回路は温度センサ53によって測定された温度が所定の温度以下になるように、熱源52に供給する電力を調節する。すなわち、配管51内を通る気液混合体Mに加わる熱量が、気液混合体M内の液体材料LMに不要な化学変化を起こさせることがなく、かつ気液混合体Mを気化させることができる範囲となるように、配管51の温度が調節される。

【0046】上記の構成からなる気化器4は、前記配管51、熱源52および温度センサ53を上述のように配置した状態で、これらを封入できる大きさの容器（図示せず）にセットし、前記配管51内に不活性ガス（例えばアルゴンガス）を流しながら、700℃程度に加熱して溶解したアルミニウムを前記容器に流し込んでアルミブロック54とすることで形成される。

【0047】前記アルミブロック54の外形寸法は、本実施例では、高さおよび奥行きがそれぞれ90mmであり、長さが222mmである。なお、本実施例では、アルゴンガスなどの不活性ガスを配管51内に流すことにより、配管51の内部が熱によって酸化することを防止している。

【0048】上記の構成からなる気化器4は、この気化器4を構成する配管51、熱源52および温度センサ53がアルミニウムによって鋳込まれるので、本実施例のようにスパイラル状に巻き取った配管2であっても、複雑な形状のブロックを組み合わせることなく極めて容易に完全に隙間無くアルミニウムで覆うことができる。また、熱源52や温度センサ53の配置も自由に決められるので、最も効率的な配管51、熱源52および温度センサ53の配置を自在に設定できる。そして、熱源52や温度センサ53の位置をどのように設定してもアルミニウムによって隙間無く鋳込むことができるので、その熱伝達の効率を最大限に良くすることができる。

【0049】アルミニウムは、単体の金属としては比較的低い温度（660.4℃）で溶解するので、この温度に耐えられる配管51、熱源52および温度センサ53を用いればよい。また、アルミニウムは銀、銅、金に続いて高い熱伝導性を有するものであるから、アルミニウムで鋳込むことにより、熱源52からの熱をより効率的に配管51に伝達させることができる。なお、本実施例では、アルミニウムを鋳込むことにより、軽量かつ安価な構成で、容易に熱伝導率を上げることができるが、鋳込みに用いる金属として銀や銅を用いたほうがより高い熱伝導性を得ることができることはいうまでもない。

【0050】上記の構成からなる気化器4では、熱源52の熱が、図7の矢印Aで示すように、アルミニウムを伝達して確実に配管51に到達し、配管51の温度が上昇する。すなわち、熱源52が配管51によって形成されたスパイラルの中に配置されているので、熱源52から発生した熱がまず周囲の配管51を加熱することになり、これによって熱効率を上げることができる。このとき、熱源52と配管51の間にはアルミニウムだけが介在しており、接続部分や空洞などの熱伝達の妨げになるものが何もなく、きわめて効率的に配管51を加熱できる。

【0051】また、配管51内で気液混合体Mが気化すると気化熱が取り去られて配管51の温度が低下するが、温度センサ53は配管51に接するように配置されているので、この温度センサ53によって配管51の温度低下を確実に検知することができる。とりわけ、アルミニウムの鋳込みによって配管51に接するように配置された温度センサ53は配管51の温度を遅れ時間なく正確に測定でき、図示しない制御回路によって熱源52に供給する電力の調節が行われる。

【0052】なお、温度センサ53の位置は配管51に接するものであることがより望ましいが、その近傍に位置するものであってもよい。つまり、温度センサ53が配管51に接していても近傍に配置されていても、アルミニウムの鋳込み作業には何ら問題となることなく、その機能にも大差が生じることがない。

【0053】前記配管51の一端51aから供給された

気液混合体Mは、配管51内を流動する間に熱源52からの熱を受けとって気化し、気化熱を奪って下流側の他端51bから排出される。そして、一端気化されたあとは気化熱を必要としないので、配管51の温度を下げることもない。すなわち、配管51の上流側においては気化熱によって配管51の温度が低下するが、配管51の下流側においては気化熱を必要としていない。従って、下流側における配管51の温度が液体材料LMを気化させる程度以上の温度であるとき、配管51内を流れる液体材料LMは完全に気化されてキャリアガスCGとの混合し、混合気体KGとして気化器4から排出されることになる。

【0054】本実施例の場合、配管51がスパイラル状に配置されて、その長さが十分に確保されているので、配管51の内部を流動する液体材料LMが気化するために十分な熱量を受けることができる。従って、配管51内に熱伝導率を向上するための充填材を詰め込んだりする必要がなく、充填材を使用したときに生じる圧力損失をなくすことができる。また、従来のような充填材を充填する代わりに配管51の長さを長くして液体材料LMに対する熱伝導を向上しているので、液体材料LMの気化熱が奪われても、この熱低下の正確な状況を温度センサ53によって検出でき、気化不良の発生を防止できる。そして、充填材の充填を省略することにより、その構造を可及的に簡素にすることができる。

【0055】また、熱源52を配管51のスパイラルのほぼ中心に位置するように配置しているので、熱源52と配管51との間のアルミニウムが熱の均等を図るものとなり、配管51に局所的な高温部を形成することがない。つまり、上述した圧力損失を無くす効果に加えて配管51を均等に加熱できる効果があるので、気化器4として理想的な熱の供給を行うことができる。

【0056】次に、上記の構成からなる大流量気化システムDの動作について説明する。まず、圧送ガスを前記原料タンク9に供給すると、原料タンク9内の液体材料LMが加圧され、液体材料LMは液体材料供給ライン1を制御バルブ3方向に流れる。この液体材料LMの流量は、液体流量計5で計測され、この計測結果は、装置制御部12に入力される。そして、前記液体材料LMは、制御バルブ3内に導入される。続いて、液体流量設定信号に応じた流量となるように、装置制御部12から制御信号が制御バルブ3に送られる。これにより、制御バルブ3内に導入された液体材料LMは、図3に示すように、液体材料導入路31を経て液流路となる凹部44に至り、さらに、図3および図5に示すように、凹部44から内側のバルブシート43aとダイヤフラム29の弁部29bとの隙間を経て、適宜の温度になっている気液混合部34に至る。

【0057】一方、キャリアガス供給源13からのキャリアガスCGは、気体用流量制御装置6において流量制

御されて制御バルブ3方向へ送られ、この制御バルブ3内の気液混合部34に送られる。制御バルブ3内に導入されたキャリアガスCGは、図3に示すように、キャリアガス導入路32を経て気液混合部34に入る。

【0058】前記気液混合部34に入った液体材料LMとキャリアガスCGは互いに混合される。特に、気液混合部34に細長い溝47が形成されており、液体材料LMがこの溝47に流れ込みながらキャリアガスCGと混合されるので、両者LM、CGが十分に混ざり合った気液混合体Mとなる。

【0059】そして、前記気液混合体Mは、気液混合部34の孔46を経てノズル部35から導出路33に向けて放出される。このとき、気液混合体Mのなかの液体材料LMが瞬間的に減圧されて一部がガスとなる。このガスは、気液混合体M中のガス化してない液体材料LMおよびキャリアガスCGと混合した状態で導出路33の下流側に流れていく。このとき、導出路33から下流側は、ヒータ36やヒータ24などによって加熱されているので、一度ガス化した一部の液体材料LMが途中で液化するということがない。

【0060】なお、前記キャリアガスCGは、前記ノズル部42の手前（上流側）において、圧力が高い状態となり、前記ヒータ36によって効率良く加熱・昇温されることになる。また、このように、キャリアガスCG自体の加熱効率が上昇するだけでなく、前記液体材料LMは、ノズル部35において強制的にキャリアガスCGと混合されることから、前記キャリアガスCGから液体材料LMへの熱伝達が効率良く行われることになる。これらのことから、前記ヒータ36から液体材料LMへの熱の伝達効率が上昇するため、液体材料LMの気化効率があがるとともに、気化した液体材料LMの流量を大きくし、液体材料LMを気化させるために必要な温度の低温化、ひいてはエネルギーコストの削減を図ることが可能となる。

【0061】また、前記気液混合体Mが気液混合部34から導出路33の下流側に向かう過程において、前記ノズル部35から放出され、気化した液体材料LMのガス濃度は、前記キャリアガスCGの存在によって低下することとなり、これに伴って、気化した液体材料LMが導出路33内において液化することを防止するために必要な温度も下がることから、ひいては、導出路33を加熱するためのエネルギーコストを削減することが可能となる。また、前記液体材料LMの一部は、ノズル部35から導出路33へ放出されて気化するときに、断熱膨張することによって熱を失うため、通常は気化効率が低下するが、本実施例においては、液体材料LMが失った熱を、液体材料LMと混合するキャリアガスCGによって補うことができ、これにより、液体材料LMの気化効率の向上が達成できる。

【0062】すなわち、前記制御バルブ3によれば、液



体を気化させるために必要な加熱温度を下げることで、ひいては高温で分解する液体材料LMを気化させる場合などであってもその分解を抑えることが可能となる。

【0063】そして、前記制御バルブ3において液体材料LMの一部が気化した状態となった気液混合体Mは、前記気化器4に送られる。この気化器4においては、前段の制御バルブ3において気化されずに液状のまま送られてきた液体材料LMも全て気化し、気化した液体材料LMはキャリアガスCGと混合されて混合ガスKGとなって気化器4から排出されることになる。

【0064】上記のように気化器4から排出された混合ガスKGは、導出ライン18のさらに下流側に進み、ユースポイントである反応炉21に供給される。このとき、混合ガスKGの流量は、導出ライン18に介装された気体用流量計19によって計測され、その結果は装置制御部12に送られる。

【0065】上記の構成からなる大流量気化システムDでは、液体材料LMの気化を、制御バルブ3と、気化器4との二段階において行っており、制御バルブ3において気化しきれなかった液体材料LMを気化器4にて確実に気化する構成となっている。このように、前記気化器4によって気化できる液体材料LMの流量が飛躍的に上昇することから、特に大流量を必要とするラインに導入すればその能力を存分に発揮できる。

【0066】例えば、水を最大3g/minで気化できる制御バルブ3と、水を最大22g/minで気化できる気化器4とを本実施例の大流量気化システムDに用いた場合には、水を最大25g/minで気化することが可能となる。そして、水を25g/minで気化させる場合には、前記制御バルブ3および気化器4における水の流量を25g/minとすればよい。

【0067】また、液体材料供給ライン1およびキャリアガス供給ライン2を制御バルブ3に接続し、この制御バルブ3の下流側に気化器4を設けてあることから、たとえ気化器4の下流側に設けた吸引ポンプ22などによって制御バルブ3の下流側が減圧環境になったとしても、制御バルブ3の上流側までが減圧環境とはならないため、前記液体材料供給ライン1内を流れる液体材料LMに減圧沸騰現象が生じることがなく、制御バルブ3における液体材料LMの気化量が脈動するということもない。もちろん、前記大流量気化システムDを、前記制御バルブ3の下流側が減圧環境でない構成のものとしてもよい。すなわち、前記大流量気化システムDでは、前記制御バルブ3の下流側が減圧環境であっても常圧環境であっても、常時安定した液体材料の気化が行えるのである。

【0068】さらに、上記の構成からなる大流量気化システムDでは、液体材料LMの反応炉21までの搬送を、高速で流すことが可能なキャリアガスCGにのせる

(混合する)ことで行っていることから、液体材料LMを反応炉21まで高速で送ることができ、高速応答が要求される場合にも対応することができる。

【0069】また、前記制御バルブ3および気化器4は、ともに従来のもに比して小型化されたものであることから、大流量気化システムD全体の大きさも小型とすることができる。

【0070】なお、前記大流量気化システムDにおける制御バルブ3において、液体材料LMの流量制御を、導出ライン18に設けられた気体用流量計19の出力に基づいて行うようにしてもよく、このようにした場合、より精度よく液体材料LMの流量を制御することができる。

【0071】また、前記大流量気化システムDにおける気化器4を、図8、9に示すような構成のものとしてもよい。すなわち、図8および図9は、前記気化器4の変形例である気化器55の構成を概略的に示す斜視図および側面図である。前記気化器55は、配管51と熱源52とをアルミニウムによって鋳込んだ後に、適所にセンサ取付け穴53aを掘削し、この穴53aに対してセンサ53を挿入している。また、センサ53は取付け穴53aに対して熱伝導パテを介在させて取り付けることにより、熱伝達ができるだけ良くなるように構成されている。

【0072】すなわち、図6、7に示した気化器4では、気化対象の気液混合体Mを流す耐腐食性の配管51と、この配管51を加熱する熱源52と、配管51の温度を測定する温度センサ53とをアルミニウムにて鋳込むことにより、熱伝達を最大限に良くすることが可能であるが、図8、9に示す気化器55のように、アルミニウムによる鋳込みを行った後に温度センサ53を取り付けることにより、鋳込みのときの熱によってセンサ53が破損することを防止できる。

【0073】また、アルミニウムは比較的柔らかい金属であるので、ステンレス製の配管51を傷つけることなく穴53aを掘削することができ、穴53aの位置を配管51近くに配置することが容易となる。すなわち、温度センサ53を配管51に近づけて配置することにより、配管51の温度変化をできるだけ直接的に検出することができる。

【0074】また、前記大流量気化システムDにおける気化器4を、図10に示すような構成のものとしてもよい。すなわち、図10は、前記気化器4の他の変形例である気化器56の構成を概略的に示す斜視図である。前記気化器56は、アルミニウムからなる上ブロック57と、この上ブロック57とほぼ同じ形状をしたアルミニウムからなる下ブロック58と、前記上ブロック57および下ブロック58によって挟まれた状態で固定される配管(カラム)59と、前記上ブロック57および下ブロック58の適宜の箇所に埋設され、前記配管59を加

熱するヒータ 60 と、前記上ブロック 57 および下ブロック 58 の適宜の箇所に埋設されて配管 59 の温度を測定する温度センサ 61 とを備えている。

【0075】前記上ブロック 57 および下ブロック 58 は、それぞれ例えばほぼ直方体形状に形成されている。

【0076】前記配管 59 は、例えば 2 本設けられており、2 本の配管 59、59 は互いに平行となるように配置される。さらに、2 本の配管 59、59 の両端は、それぞれ同一の導入配管 62 および導出配管 63 に接続される。

【0077】また、前記配管 59 内には、ステンレスやチタン等の充填材を充填してあり、これによって熱伝導率がより上がることとなっている。

【0078】前記ヒータ 60 は、上ブロック 57 および下ブロック 58 にそれぞれ 4 つずつ設けられている。そして、各ヒータ 60 は、前記配管 59 の近傍において配管 59 に沿うように配置されている。

【0079】前記上ブロック 57 および下ブロック 58 と、各配管 59、各ヒータ 60、温度センサ 61 との接触部分には、熱伝達を良くするために熱伝導パテが介在（塗布）されている。

【0080】上記の構成からなる気化器 56 では、前記各ヒータ 60 を加熱することによって、発生した熱が上ブロック 57 および下ブロック 58 を介して配管 59、59 に到達し、各配管 59 内を通る気液混合体 M が加熱される。そして、各配管 59 が十分加熱されることによって、各配管 59 内を通る気液混合体 M が気化され、その後、導出配管 63 へと排出される。

【0081】

【発明の効果】上記の構成からなる本発明によれば、減圧環境であっても安定して液体材料を気化することがで

き、また、その気化能力の飛躍的な上昇を図ることができる大流量気化システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第一実施例に係る大流量気化システムの構成を概略的に示す説明図である。

【図 2】上記実施例における制御バルブの構成を概略的に示す縦断面図である。

【図 3】前記制御バルブの要部の構成を概略的に示す説明図である。

【図 4】前記制御バルブの動作を概略的に示す説明図で、(A) および (B) は、制御バルブの開状態および閉状態の構成を概略的に示す縦断面図である。

【図 5】前記制御バルブの気液混合部の動作を概略的に示す説明図である。

【図 6】上記実施例における気化器の構成を概略的に示す斜視図である。

【図 7】前記気化器の構成を概略的に示す側面図である。

【図 8】前記気化器の変形例の構成を概略的に示す斜視図である。

【図 9】前記気化器の変形例の構成を概略的に示す側面図である。

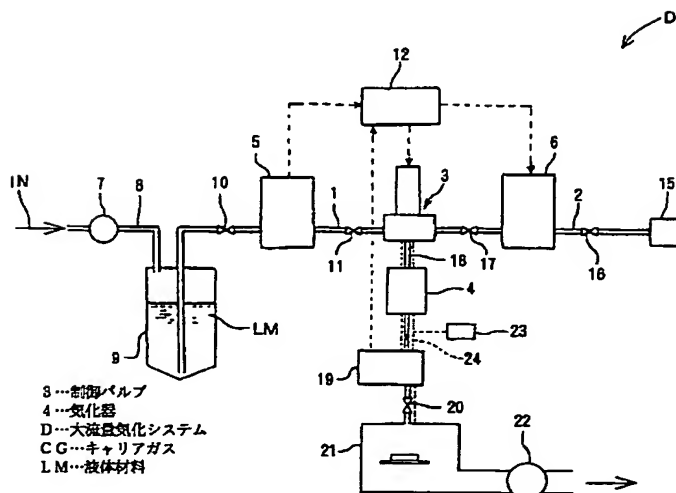
【図 10】前記気化器の他の変形例の構成を概略的に示す斜視図である。

【図 11】(A) および (B) は、従来の気化システムの一例および他の例の構成を概略的に示す説明図である。

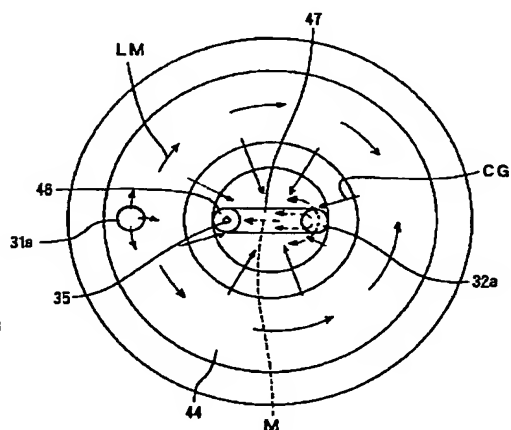
【符号の説明】

3…制御バルブ、4…気化器、35…ノズル部、51…配管、52…熱源、D…大流量気化システム、CG…キャリアガス、LM…液体材料、M…気液混合体。

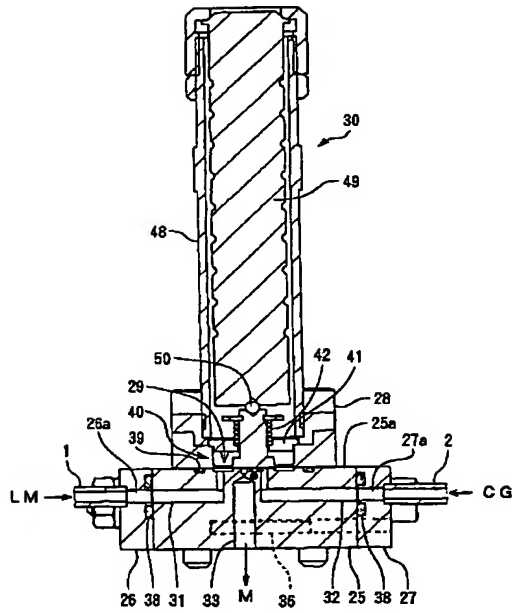
【図 1】



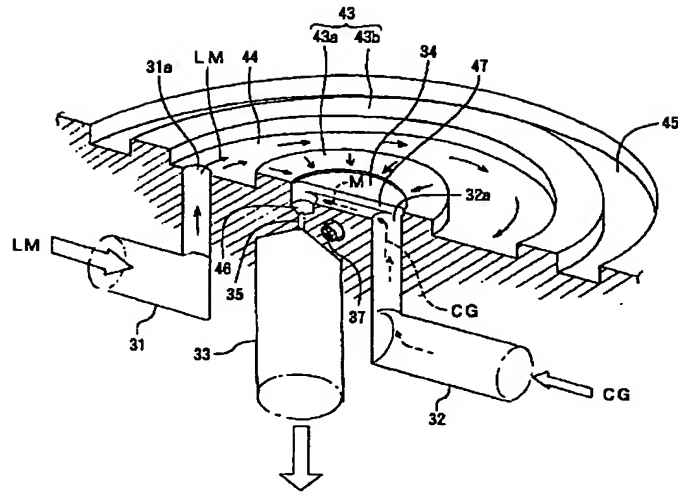
【図 5】



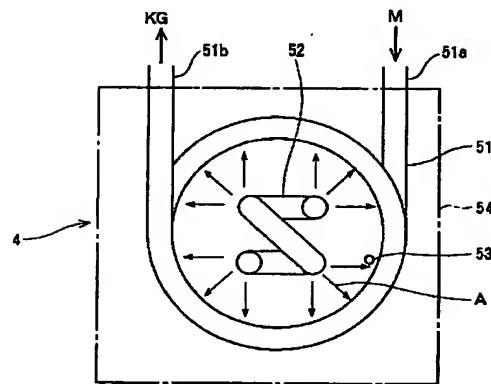
【図2】



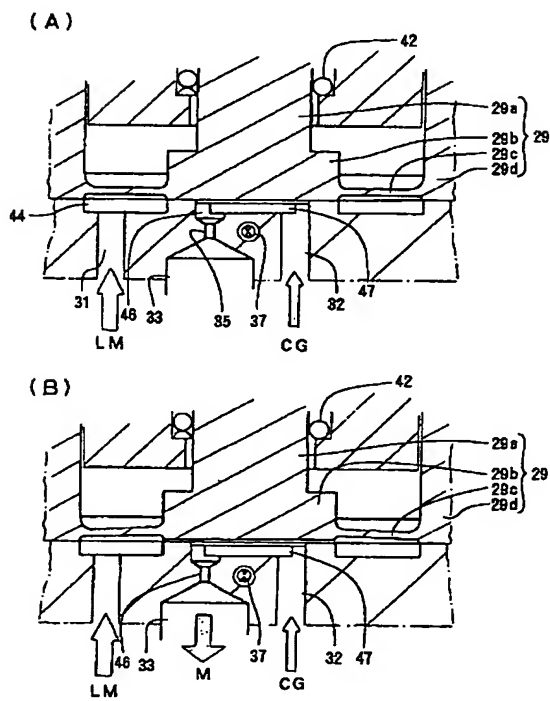
【図3】



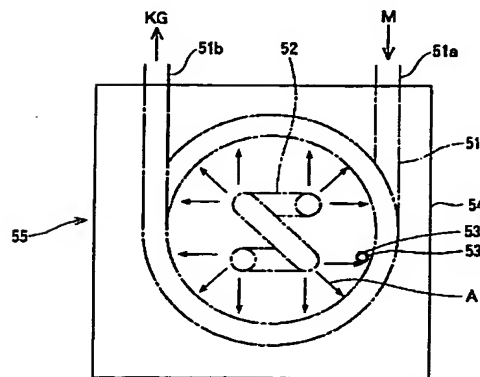
【図7】



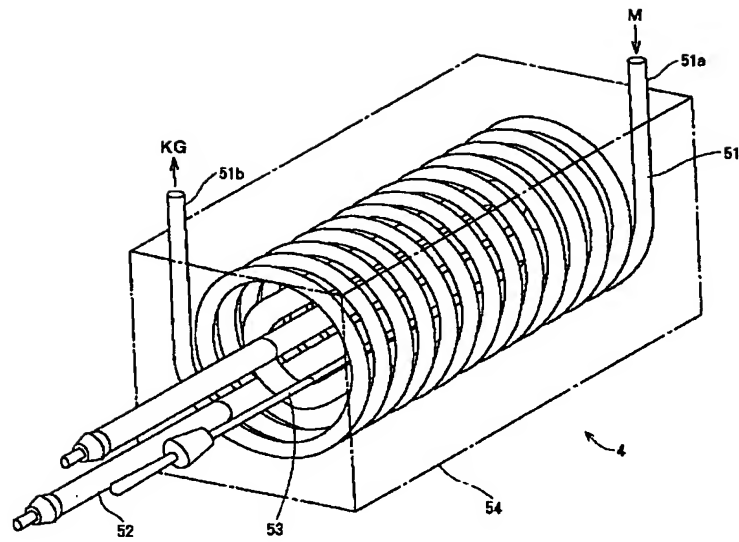
【図4】



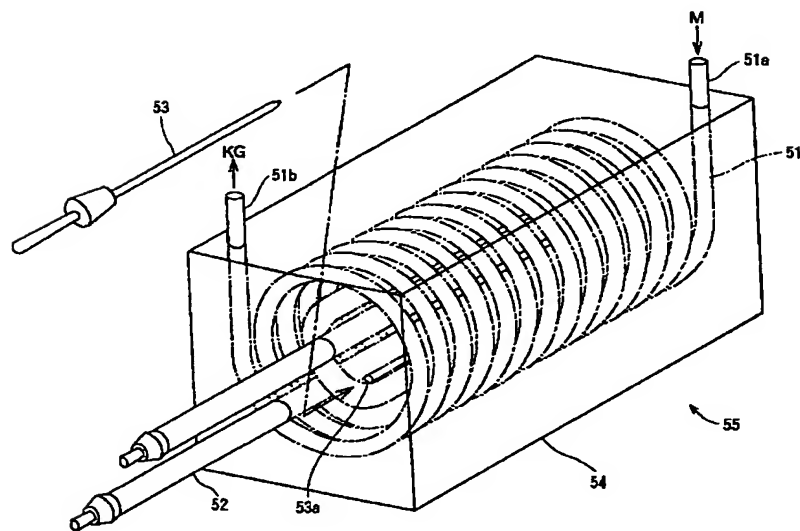
【図9】



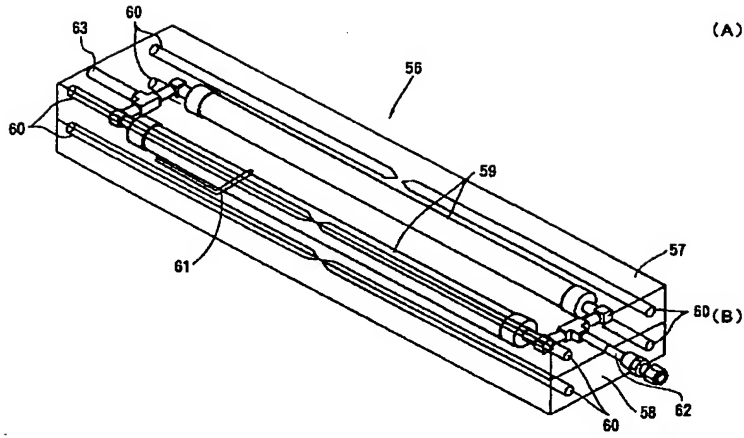
【図6】



【図8】



【図10】



【図11】

